



**Н.В.Воронин**  
управляющий проектами  
ЗАО «РусГазИнжиниринг»



**Г.К.Зиберт**  
канд. техн. наук,  
директор Научно-технического  
Департамента ЗАО «РусГазИнжиниринг»,  
Zibert.Genrh@rusgazen.ru

# Инновационные технологии и оборудование по утилизации попутного нефтяного газа

*Предложены проекты обустройства нефтегазовой отрасли на основе совершенствования установок утилизации попутного нефтяного газа и внедрения инновационного оборудования.*

*The projects of beautification of oil and gas industry branch on the basis of improvement of plant on utilization of associated petroleum gas and introductions of the innovative equipment.*

**Ключевые слова:** нефтегазовая отрасль, средние и малые компании, попутный нефтяной газ, установки утилизации, технологии, инновационное оборудование, многофункциональные агрегаты, продукты газовой химии.

**Keywords:** oil-and-gas branch, the middle and small companies, associated petroleum gas, plant on utilization, technology, the innovative equipment, multipurpose aggregates, products of gas chemistry.

**У**тилизация ПНГ — это комплекс природных, технологических, экономических, финансовых, организационных проблем. Для их решения недостаточно только обеспечить беспрепятственную подачу газа в газотранспортную систему. Проблема утилизации ПНГ не является специфической российской проблемой, с ней сталкивались практически все нефтегазодобывающие страны. Например, при освоении месторождений в британском секторе Северного моря уровень утилизации ПНГ в 95% был достигнут только в 1996 г., а в начале 1980-х гг. потери газа составляли до 20-40% от уровня его добычи. Участники конференции по-разному оценили возможные пути повышения уровня использования ПНГ. Некоторыми из них было отмечено, что насущность этого вопроса в их компаниях уже решена.

В настоящее время вопрос утилизации и подготовки низконапорного газа все ещё остается одним из самых острых в нефтегазодобыче. Сжигание попутного газа на факельных установках приводит к значительным потерям ценного химического сырья, значительным выбросам загрязняющих веществ и ухудшению экологической обстановки.

Заинтересованность государства к этой комплексной проблеме, включающей в себя экологические, экономические и технические аспекты, выразилась в Постановлении Правительства РФ № 7 от 08.01.2009 г. Однако самостоятельное решение

этих вопросов для средних и мелких компаний подчас является непосильной задачей.

Для выбора направления совершенствования установок утилизации ПНГ нами была выполнена научная работа по систематизации исходных требований предприятий по промышленной подготовке ПНГ различного давления и составов при предъявлении потребителями газов индивидуальных требований на количество и качество получаемых продуктов. Проведенный анализ этих решений показал, что для каждого конкретного случая необходимо учитывать следующие факторы: ресурсы, климатические условия, территориальное расположение и доступ к транспортным сетям, технологические характеристики газа, стадию разработки месторождения, номенклатуру получаемой продукции, возможность ее применения, использования, необходимость

доставки и стоимость применяемых и получаемых в технологии продуктов, потенциальных заказчиков и финансовые возможности предприятия.

Комплекс возможных исследований реализации проектов с получением из ПНГ продуктов газохимии, таких как сжиженный природный газ (СПГ), производство синтетических углеводородов (GTL), технического углерода, выделение гелия и др., проведенный Институтом финансовых исследований, показал, что в данный момент лишь технология производства метанола является наиболее привлекательной в сфере получения сжиженных продуктов. Это связано с высокой стоимостью доставки метанола, который используется в больших количествах на месторождениях Севера для предотвращения гидратообразования при добыче, подготовке и транспортировке углеводородов.

В перспективе может появиться новое направление утилизации ПНГ с использованием заряженных частиц или микроволн для преобразования углеводородов в жидкие топлива. Это даст возможность производить блочные установки радиационной конверсии газа в жидкие углеводороды и радиационную

## **Вопрос утилизации и подготовки низконапорного газа остается одним из самых острых в нефтегазодобыче. Сжигание ПНГ на факельных установках приводит к потерям химического сырья и ухудшению экологической обстановки.**

очистку попутного нефтяного газа от сероводорода и меркаптанов.

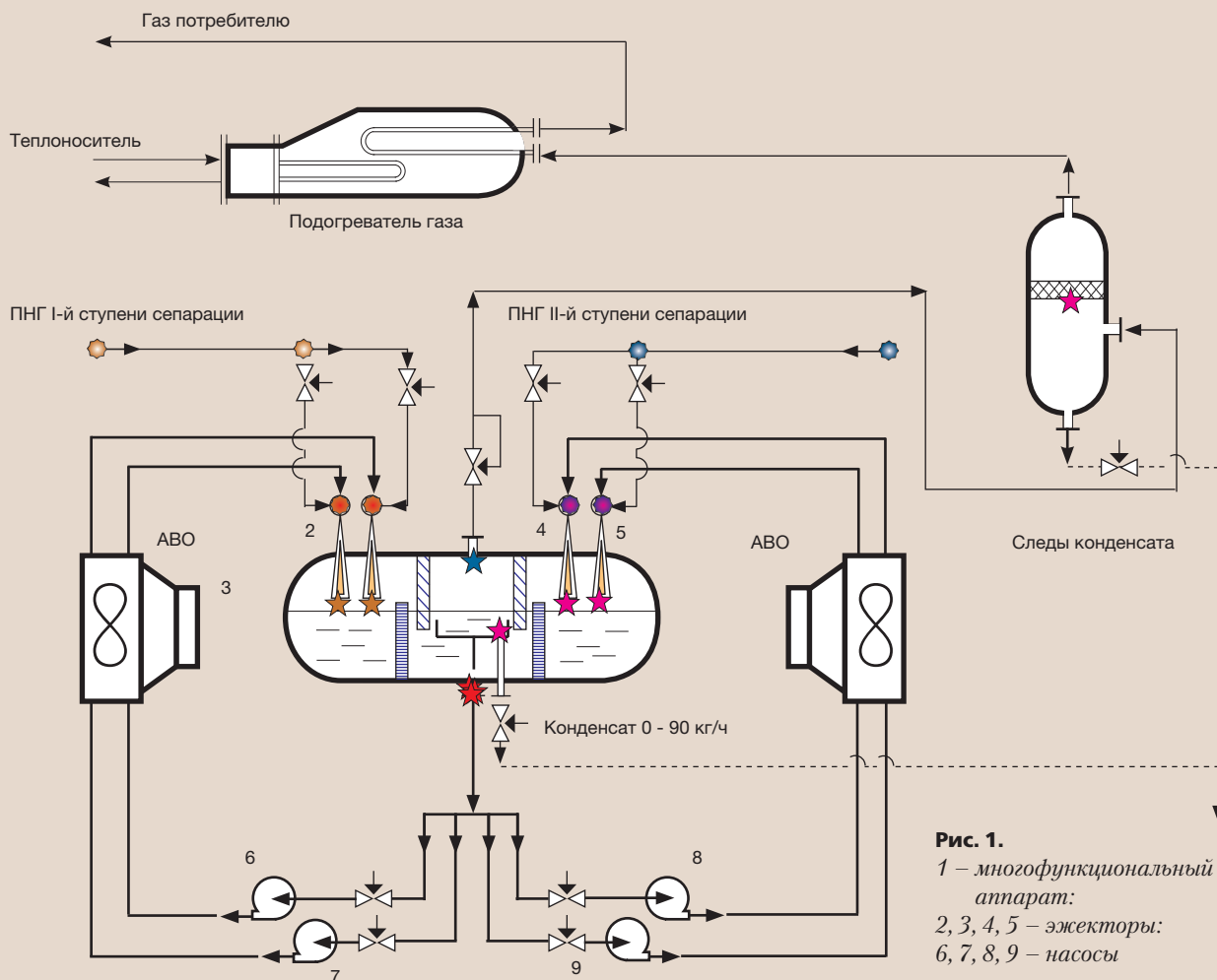
В настоящее время для средних и малых компаний, на которых добывается половина ПНГ, кроме тепловой и электрической энергии для собственных нужд, в основном нужно рассматривать получение ограниченного числа продуктов, которые позволяют минимизировать риски и затраты на внедрение технологий их получения:

1. Сухого газа с требованиями по ОСТ 51.40-93 «Газы горючие природные для магистральных газопроводов», при этом побочными продуктами являются:

- газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового хозяйства по ГОСТ 20448-90;
- широкая фракция лёгких углеводородов по ТУ 38.101.524-93.

Схема подготовки нефтяного газа первой и второй ступени сепарации нефти с гидроприводным струйным компрессорным агрегатом (ГСКА)

УПГ НА НСП «РОМАНОВО»



**Рис. 1.**  
1 – многофункциональный аппарат;  
2, 3, 4, 5 – эжекторы;  
6, 7, 8, 9 – насосы

2. Сухого газа по ОСТ 51.40-93 и сжиженной пропан-бутановой фракции по ГОСТ 20448-90 с извлечением пропана на уровне не менее 50% массовых от потенциала (побочным продуктом является широкая фракция лёгких углеводородов по ТУ 38.101.524-93).

3. Газа горючего природного для промышленного и коммунального бытового назначения с требованиями по ГОСТ 5542-87 (побочным продуктом является конденсат газовый стабильный или широкая фракция лёгких углеводородов по ТУ 38.101.524-93).

Газы с низкими давлениями предлагается собирать и сжимать на жидкостно-газовом струйном компрессоре до необходимых давлений газа, при наличии собственного источника высокого давления – воды, закачиваемой в пласт. После чего проводят сепарацию и подают сжатый газ на сепарацию и транспорт.

**Газы с низкими давлениями предлагается собирать и сжимать на жидкостно-газовом струйном компрессоре до нужных давлений газа, при наличии источника высокого давления – воды, закачиваемой в пласт.**

Повышение молекулярной массы газа и его изотермическое сжатие позволяет увеличить выход жидкой углеводородной фазы.

Возможность применения струйной техники обычно позволяет отказаться от использования дорогостоящего оборудования – компрессорных машин. Одним из таких вариантов является применение технологической схемы

жидкостно-струйного компрессорного агрегата (ЖСКА) при утилизации ПНГ I-ой и II-ой ступеней сепарации со сжатием газа в одну или две ступени с использованием в качестве активного потока жидкости – воды или ДЭГа. Это позволяет одновременно с компримированием газа производить его осушку. Преимущества ЖСКА по сравнению с традиционными компрессорами:

- высокая степень сжатия в одной ступени – до 10, практически в изотермическом режиме;
- безпомпажный отбор и сжатие газа на любом режиме работы;
- стабильная работа при отборе и сжатии газа любого компонентного состава и плотности;
- стабильная работа при изменяющихся входных параметрах среды;
- допустимая работа с газами любой загрязненности: механическими примесями, пенами, капельной жидкостью (вплоть до пробкового режима её поступления из подводящего газопровода);
- очистка газа от примесей;
- удаление из газа тяжелых углеводородных компонентов в процессе его сжатия и подача конденсата в нефть для повышения её качества;
- высокая надежность за счет отсутствия движущихся частей в струйных компрессорах, а также за счет возможности непрерывной работы насоса, порядка 8000 ч;
- повышенные экологичность и пожаробезопасность за счет полностью герметичной системы, в которой применяются насосы с магнитными муфтами;
- не требуется дополнительное оборудование: ресивер, масляное хозяйство;
- обслуживание периодическое (не требуется постоянного присутствия персонала);
- гибкое (плавное или ступенчатое) изменение производительности.

Основным направлением в создании инновационного оборудования для утилизации ПНГ является разработка многофункциональных агрегатов или аппаратов (МФА) с замкнутыми материальными и тепловыми потоками. В этих аппаратах используются многофункциональные элементы, многофункциональные процессы, при этом аппараты выполняют несколько технологических функций.

Примером создания такого оборудования может служить установка подготовки ПНГ различных ступеней сепарации, внедрённая за полтора года ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» на нефтесборном пункте (НСП) «Романово», г. Калининград (*рис. 1*).

Здесь впервые на практике в нефтегазовой промышленности:

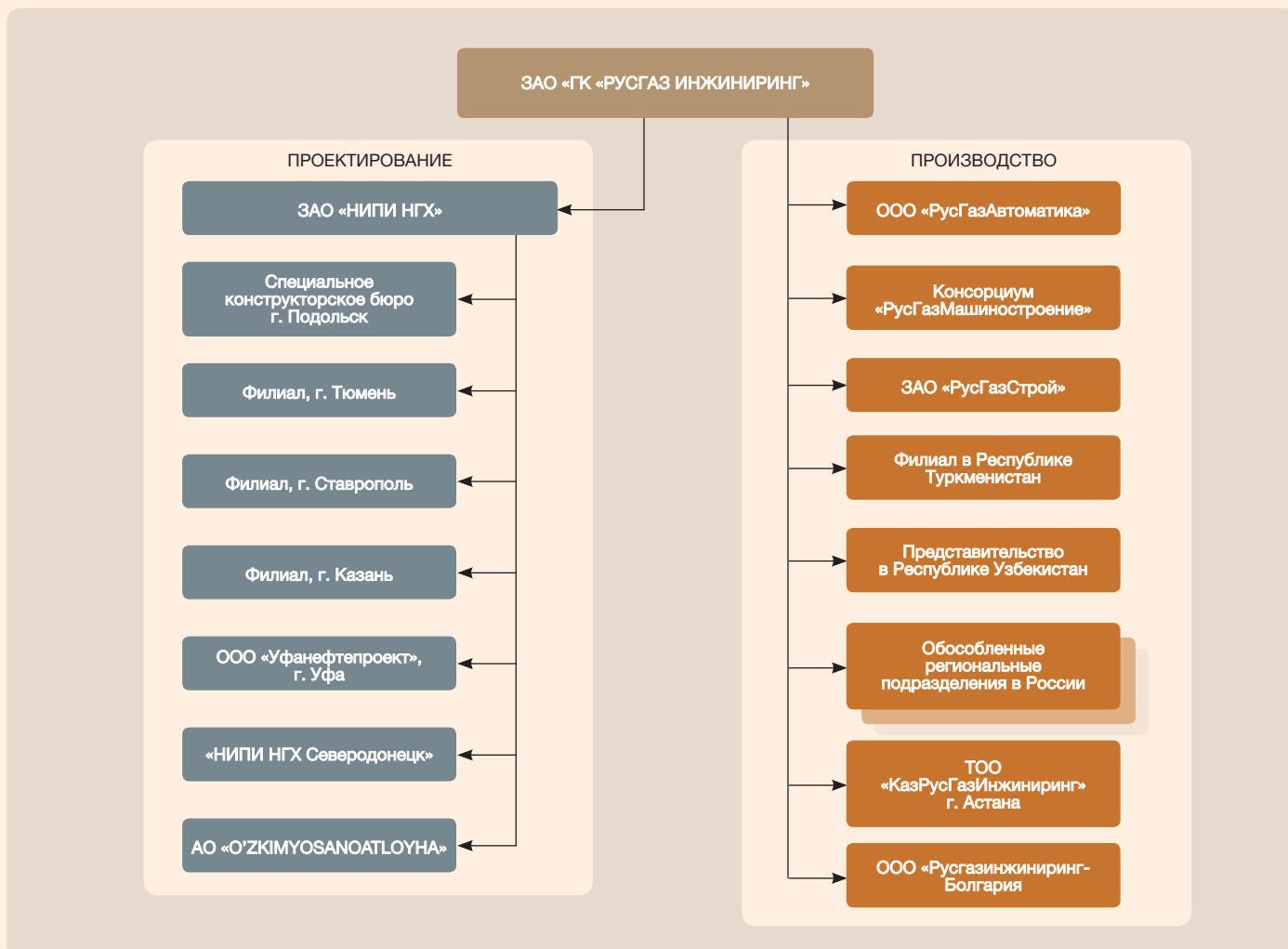
- предложен и осуществлен способ независимого струйного компримирования газов различного состава, отличающихся технологическими параметрами, с применением ЖСКА в одном корпусе;
- разработан и внедрён многофункциональный способ компримирования, промывки, осушки и подготовки ПНГ различного давления и состава с использованием в качестве активного потока в струйных аппаратах экологически чистого агента – воды и замкнутых экологически чистых технологических циклов;
- разработана и внедрена установка подготовки газа с использованием МФА, позволяющая снизить капитальные и энергетические затраты при утилизации низкопотенциальных газов, и уменьшить площади застройки.

МФА, примененный в технологической схеме, выполняет роль:

- компрессоров для сжатия трех газов I-ой, II-ой и конечной ступеней сепарации, которые поступают с концевой сепарационной установки и буферной емкости нефти;
- промывного сепаратора;
- сборника сжатого газа;
- фазного разделителя несмешивающихся жидкостей (углеводородной и водной фаз);
- теплообменника охлаждения газа;
- накопительной ёмкости жидкости для насосов.

Проработано техническое решение подготовки сернистых ПНГ в соответствии ГОСТ 5542-87 и использованием подтоварной воды, включающее струйное компримирование газа и его одновременную промывку водой, блоки осушки, сероочистки и отбензинивания с выделением C5+ из газа II-ой ступени сепарации нефти. Кроме того, проработаны варианты утилизации ПНГ с применением винтовых, центробежных, поршневых, водокольцевых и жидкостно-кольцевых машин. При рассмотрении этих технологий прорабатываются варианты единичных мощностей оборудования, его количества, загрузки в период начальной, максимальной и падающей добычи, т.е. на весь период освоения месторождения.

Утилизация ПНГ жидкостно-кольцевыми компрессорами целесообразна в первую очередь на установках абсорбционной осушки газа, в которых используются установки регенерации насыщенных растворов ДЭГа или ТЭГа с применением отдувочных газов в колоннах регенерации. В этом случае для исключения выбросов низкопотенциальных насыщенных влагой отдувочных газов в атмосферу экономически выгодно применять



жидкостно-кольцевые компрессоры, в которые подают регенерированный гликоль в качестве уплотнительной жидкости и абсорбента для извлечения влаги из газов отдувки и возврата осушенного газа в цикл. Это позволяет проектировать объекты осушки газа экологически чистыми, т.е. без выбросов углеводородных газов в атмосферу за счёт использования замкнутых технологических циклов.

Применение многофункционального оборудования позволяет при подготовке ПНГ методом низкотемпературной сепарации (НТС), НТК или НТА проводить процессы сепарации, охлаждения, фазного разделения и осушки газа в однокорпусном агрегате, т.е. в блочно-модульном исполнении, что значительно снижает капитальные затраты.

Инженерные методы позволяют тщательно выбирать технологии и оборудование, производить их оптимизацию к конкретным месторождениям с учетом возможностей производства, внедрять новые многофункциональные технологии, оборудование и внутренние устройства, с помощью которых

**Основным направлением в создании инновационного оборудования для утилизации ПНГ является разработка многофункциональных агрегатов или аппаратов (МФА) с замкнутыми материальными и тепловыми потоками.**

интенсифицировать основные технологии сбора, подготовки и переработки низкопотенциальных газов.

Сегодня уже реализовано более 40 проектов по технологии обустройства объектов нефтегазовой и химической отраслей, расположенных на Ямале, в Ханты-Мансийском автономном округе, в Южном федеральном округе, в Восточной и Западной Сибири, ближнем и дальнем зарубежье. Это, например, крупнейшие компании России: «Лукойл», «Роснефть», «Сургутнефтегаз», «Газпром», «Новатэк» и др. 